Магаданское областное государственное автономное профессиональное образовательное учреждение
«Горный техникум»

УТВЕРЖДАЮ
Директор МОГАПОУ «ГТ»
_____ В.Г. Шадрин
«__» сентября 2026 г.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

по дисциплине МДК.04.02 МЕТОДЫ И СПОСОБЫ БУРЕНИЯ

Для студентов заочной формы обучения 3 курса
Специальности 21.02.15 Открытые горные работы

пгт. Стекольный
2026 г.

Методические указания по выполнению домашней контрольной работы разработаны на основе федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования по специальности 21.02.15 Открытые горные работы, утвержденного Приказом Минпросвещения России 17.08.2022 № 744. Методические указания адресованы студентам заочной формы обучения.

Разработчик: В.И. Шкедов, мастер производственного обучения МОГАПОУ «ГТ»

СОДЕРЖАНИЕ

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА 6
МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ 8
ОСНОВНЫЕ ИСТОЧНИКИ ЛИТЕРАТУРЫ 15
ПРИЛОЖЕНИЕ 1
..... 16

Магаданское областное государственное автономное профессиональное образовательное учреждение
«Горный техникум»

УТВЕРЖДАЮ
Директор МОГАПОУ «ГТ»
_____ В.Г. Шадрин
«___» _____ 2026 г.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

по дисциплине МДК.04.02 МЕТОДЫ И СПОСОБЫ БУРЕНИЯ

Для студентов заочной формы обучения 3 курса
Специальности 21.02.15 Открытые горные работы

пгт. Стекольный
2026 г.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2. 17


Горный
Техникум

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Учебная дисциплина «Методы и способы бурения» является вариативной частью образовательной программы для учета потребностей регионального рынка труда в соответствии с ФГОС СПО по специальности 21.02.15 Открытые горные работы.

Особое значение дисциплина имеет при формировании и развитии ПК 4.1, ПК 4.2.

В рамках программы учебной дисциплины обучающимися осваиваются умения и знания.

Код ПК, ОК	Умения	Знания
ОК 01 ОК 02 ОК 04 ОК 07 ОК 08 ОК 09 ПК 4.1 ПК 4.2	Уметь: · обосновывать выбор метода бурения и типа долота для заданных условий; · анализировать эффективность различных методов и инструментов; · читать и составлять схемы буровых ставов и компоновок; · определять тип горной породы и подбирать соответствующее вооружение долота; · применять классификацию скважин для выбора технологии бурения; · оценивать качество скважины (прямолинейность, диаметр, очистку) в зависимости от метода; · соблюдать меры безопасности при работе с различными методами бурения. Владеть: · навыками анализа и выбора бурового инструмента; · методами оценки разбуриваемости горных пород; · приёмами определения областей применения различных методов	Знать: · классификацию методов бурения (вращательное, пневмоударное, перфораторное, COPROD, обратная циркуляция) и их принципиальные отличия; · устройство, принцип работы и области применения бурового инструмента: долот (лопастных, шарошечных, алмазных, ИСМ), пневмоударников, коронок, буровых ставов; · классификацию горных пород по происхождению и разбуриваемости, их механические свойства; · классификацию скважин по назначению (опорные, параметрические, структурные, поисковые, разведочные, эксплуатационные, специальные); · особенности бурения с обратной циркуляцией (RC), системы COPROD, DTH и Top Hammer; · принципы выбора оптимального метода бурения и типа долота в

Горный Техникум

	бурения; · навыками безопасной работы при бурении с обратной циркуляцией и другими методами.	зависимости от горно-геологических условий; · требования безопасности при выполнении различных методов бурения.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Домашняя контрольная работа - одна из форм проверки и оценки, усвоенных студентом знаний; получение информации о характеристике познавательной деятельности студента; эффективности методов, форм и способов учебной деятельности. Это важная составляющая учебного процесса, итог самостоятельной работы студента над учебным материалом, а также средство самоконтроля.

Домашняя контрольная работа должна носить самостоятельный характер. Самостоятельность выполнения работы способствует углубленному изучению дисциплины, вырабатывают умение обобщать изучаемый материал, анализировать и аргументировать выводы, позволяет точно и грамотно излагать свои мысли.

К выполнению контрольной работы студентам рекомендуется приступить после усвоения всех тем программы, предложенных данными методическими рекомендациями.

Контрольная работа выполняется самостоятельно. Использование источников разрешено и приветствуется, но ответы должны быть авторскими — не копируйте текст дословно. При цитировании источников следует указывать ссылки. Ответы на теоретические вопросы должны быть развёрнутыми, но не «водянистыми» — ценится конкретика. В ситуационных задачах важно показать ход рассуждений, а не только конечный ответ. Творческое задание оценивается по практической применимости — памятка должна быть реально полезной.

Контрольная работа сдаётся в распечатанном виде с титульным листом, согласно приложению 1. Задания должны быть представлены в той же последовательности, в которой они даны в контрольной работе. Работа должна соответствовать следующим требованиям:

- логичная структура;
- доступный язык (памятка предназначена для новичка);
- визуальное выделение ключевых моментов;
- отсутствие лишней информации.

Допускается наличие только общепринятых сокращений. Контрольные работы приносятся (присылаются) на сессию.

При возникновении вопросов — обращайтесь к преподавателю.

Если студент допустил в работе ошибки, он должен их исправить, учитывая рекомендации преподавателя, проверившего его работу. Контрольная работа представлена в 1 варианте, ответы на которые должны быть уникальны.

При подготовке к выполнению контрольных работ необходимо усвоить основные темы:

1. Методы бурения
   1.1 Вращательный, пневмоударный, перфораторный
   1.2 Метод обратной циркуляции: составные части бурового става, схема бурения шарошечным долотом ОЦ. Бурение методам ОЦ погружным пневмоударником
2. Виды и типы скважин
   2.1 Классификация скважин
3. Горные породы и их разбуриваемость
   3.1 Магматические породы, осадочные породы, метаморфические породы. Механические свойства горных пород, оптимальное использование долот

Контрольная работа, выполненная не полностью или не отвечающая предъявляемым к ней вышеперечисленным требованиям, возвращается без проверки и не засчитывается.

Контрольные работы с исправлениями необходимо сохранять до зачета.

Домашняя контрольная работа имеет следующую структуру:

Часть	Содержание	Количество заданий	Макс. балл
А	Теоретические вопросы (развёрнутый ответ)	10	30
Б	Ситуационные задачи	5	25
В	Расчётно-аналитические задания	3	25
Г	Творческое задание	1	20
Итого		**19**	**100**

Шкала оценки:

- 90–100 баллов — отлично;
- 75–89 баллов — хорошо;
- 60–74 балла — удовлетворительно;

Горный Техникум

– менее 60 баллов — неудовлетворительно.

Критерии оценки:

Критерий	Баллы
Полнота ответа — раскрыты все аспекты вопроса	0–5
Глубина анализа — показано понимание взаимосвязей, а не пересказ	0–5
Обоснованность — решения аргументированы, ссылки на источники	0–5
Практическая направленность — связь с реальной эксплуатацией	0–5
Оформление — структура, грамотность, аккуратность	0–5
Итого за задание	**0–25**

Для каждого задания максимальный балл указан в таблице структуры.

Горный Техникум

Часть А. Теоретические вопросы (30 баллов)

Дайте развёрнутый ответ на каждый вопрос (объём — 1–1,5 страницы на вопрос).

А1. Сравните четыре основных метода бурения: вращательное, пневмоударное, перфораторное и систему COPROD. Для каждого метода укажите: принцип разрушения породы, область применения, преимущества и недостатки. Объясните, почему универсального метода не существует.

А2. Раскройте физическую сущность бурения погружным пневмоударником (DTH). Почему близость пневмоударника к буровой коронке обеспечивает минимальное отклонение скважины? Как это влияет на качество взрывных работ?

А3. Объясните принцип работы системы COPROD. В чём принципиальное отличие передачи энергии удара в COPROD по сравнению с классическим перфораторным бурением? Почему срок службы резьбовых соединений в COPROD значительно выше?

А4. Опишите принцип бурения с обратной циркуляцией (RC). Почему двухтрубный буровой став позволяет отбирать пробы шлама без перемешивания? Как это влияет на достоверность геологической информации?

А5. Проанализируйте конструкцию и принцип работы шарошечного долота. Объясните, почему шарошечные долота являются наиболее распространёнными при бурении глубоких скважин. В чём заключается эффект «скольжения» зубцов и как он используется в мягких породах?

А6. Сравните лопастные и алмазные долота. Почему лопастные долота имеют ограниченное применение, несмотря на простоту конструкции? В каких условиях алмазные долота имеют преимущества, а в каких — уступают шарошечным?

А7. Опишите классификацию горных пород по происхождению. Приведите примеры магматических, осадочных и метаморфических пород. Как происхождение породы влияет на выбор метода бурения и типа долота?

А8. Раскройте понятие «разбуриваемость горных пород». Какие механические свойства породы определяют её разбуриваемость? Как эти свойства учитываются при выборе долота и режима бурения?

А9. Опишите классификацию скважин по назначению. В чём принципиальное различие между поисковыми, разведочными и эксплуатационными скважинами? Какие методы бурения и типы долот применяются для каждого типа скважин?

А10. Объясните, почему при бурении с обратной циркуляцией требуется специальная система пробоотбора. Опишите два типа разделителей (рядный и конический). В чём их принципиальное различие и когда какой применяется?

Горный Техникум

Часть Б. Ситуационные задачи (25 баллов)

Проанализируйте ситуацию, дайте обоснованное решение. Объём ответа — 0,5–1 страница на задачу.

Б1. При бурении скважины в трещиноватых породах оператор обнаружил, что шлам выходит неравномерно, а скорость проходки резко упала. Какие причины могли привести к этой ситуации? Какие методы бурения и типы долот наиболее эффективны в трещиноватых породах? Что должен предпринять оператор?

Б2. При бурении с обратной циркуляцией в глинистых породах наблюдаются засорения внутренней трубы. Какие меры необходимо предпринять для устранения засорения? Какой тип коронки (пневмоударная RC или резательная RC) следует применить в данных условиях и почему?

Б3. При бурении скважины глубиной 150 м в породах средней твёрдости с пропластками крепких пород механическая скорость бурения шарошечным долотом с фрезерованными зубьями резко снизилась. Какие факторы могли повлиять на это? Какое долото следует применить для повышения эффективности бурения в данных условиях?

Б4. При пневмоударном бурении наблюдается повышенный износ буровой коронки. Какие причины могли привести к этому? Как выбор типа коронки (с плоской, выпуклой или вогнутой фронтальной частью) влияет на её долговечность? Какие коронки Atlas Copco (SpeedBit, Rocket) следует применить в данных условиях?

Б5. При бурении взрывных скважин требуется обеспечить максимальную прямолинейность ствола для качественного заряжания. Какой метод бурения и тип долота обеспечат наилучшую прямолинейность? Какие факторы могут привести к искривлению скважины и как их минимизировать?

Часть В. Расчётно-аналитические задания (25 баллов)

Выполните задания с использованием табличных данных. Объём ответа — 1–1,5 страницы на задание.

В1. По таблице «Типы шарошечных долот и области их применения (ГОСТ 20692-75)» определите:

- какой шифр долота применяется для бурения абразивных твёрдых пород;
- какой шифр долота применяется для бурения мягких пород с пропластками пород средней твёрдости;
- какой шифр долота применяется для бурения очень крепких скальных магматических пород;

- какие типы вооружения шарошек применяются для каждой из указанных категорий пород;
- объясните, почему для абразивных пород применяются вставные зубки, а не фрезерованные.

В2. По таблице «Профиль метода бурения» сравните методы: пневмоударное бурение (DTH), перфораторное бурение (Top Hammer) и систему COPROD. Заполните сравнительную таблицу:

Параметр	DTH	Top Hammer	COPROD
Диаметр скважины			
Механическая скорость проходки			
Прямолинейность скважины			
Глубина скважины			
Производительность			
Расход горючего			
Стойкость инструмента			
Пригодность в сложных условиях			

На основе таблицы определите, какой метод следует применить для бурения глубоких прямолинейных скважин в сложных условиях. Обоснуйте ответ.

В3. По таблице «Классификация скважин по назначению» определите:

- какие скважины бурят на максимальную глубину;
- какие скважины служат для поддержания пластового давления;
- какие скважины бурят для контроля положения водонефтяного контакта;
- какие скважины бурят для ликвидации открытых фонтанов;
- какие скважины относятся к эксплуатационным, кроме добывающих;
- какие методы бурения и типы долот применяются для каждого типа скважин.

Горный Техникум

Часть Г. Творческое задание (20 баллов)

Г1. Разработайте **технологическую карту бурения** для одной из следующих ситуаций (на выбор):

Вариант 1. Бурение взрывных скважин диаметром 152 мм, глубиной 15 м в гранитных породах (очень крепкие, абразивные) на карьере.

Вариант 2. Бурение геологоразведочных скважин с отбором проб методом обратной циркуляции (RC) в трещиноватых породах с пропластками глин.

Вариант 3. Бурение водозаборных скважин диаметром 200 мм, глубиной 80 м в осадочных породах (песчаники, известняки средней твёрдости).

Требования к технологической карте:

1. **Обоснование выбора метода бурения** (сравнение альтернатив);
2. **Выбор типа долота** (с обоснованием по классификации пород);
3. **Режим бурения** (скорость вращения, осевая нагрузка, расход воздуха/промывки);
4. **Требования к буровому инструменту** (тип, размеры, материалы);
5. **Меры безопасности** (специфические для выбранного метода);
6. **Ожидаемые проблемы и способы их решения** (не менее трёх);
7. **Схема бурового става** (эскиз или описание);
8. **Контроль качества скважины** (прямолинейность, диаметр, очистка).

Форма представления: таблица + текстовая часть (объём — 2–3 страницы).

Горный Техникум

ОСНОВНЫЕ ИСТОЧНИКИ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Методы бурения. Atlas Copco.
2. Буровой инструмент RC. Atlas Copco.
3. RC_rus. Atlas Copco.
4. RC.pdf. Atlas Copco.
5. GDE from new catalogue in Russian. Atlas Copco.
6. Конструкции, достоинства и недостатки, области применения буровых долот.
7. Классификация скважин по назначению.
8. Особенности демонтажа буровых установок.
9. Конспекты лекций (Приложение 2).
10. Действующие нормативные документы по бурению и промышленной безопасности.

Горный Техникум

Приложение 1

Образец оформления титульного листа контрольной работы

Министерство образования Магаданской области

Магаданское областное государственное автономное профессиональное образовательное учреждение «Горный техникум»

Контрольная работа

По дисциплине МДК 04.02 МЕТОДЫ И СПОСОБЫ БУРЕНИЯ

Тема/вариант: _____

Фамилия Иванов Имя Иван Отчество Васильевич

группа №_____

Контрольная работа поступила на заочное отделение:

«_ »_____20___ г № _____

Ф.И. О. преподавателя:_____ Дата рецензии_____ Оценка _____

Стекольный 20__

Приложение 2

ЛЕКЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ. ТЕМА 1.

Методы бурения (84 ч)

1. Классификация методов бурения:

Методы бурения классифицируются по следующим признакам:

- по способу разрушения породы;
- по способу удаления выбуренной породы;
- по типу применяемого инструмента;
- по области применения.

Основные методы бурения:

1. **Вращательное бурение** — разрушение породы вращающимся буровым долотом с приложением осевой нагрузки.
2. **Ударно-вращательное бурение** — разрушение породы за счёт удара и вращения.
3. **Ударное бурение** — разрушение породы за счёт удара.
4. **Пневмоударное бурение** — ударно-вращательное бурение с применением погружного пневмоударника.
5. **Перфораторное бурение** — ударно-вращательное бурение с применением перфоратора, расположенного на поверхности.
6. **Бурение с обратной циркуляцией (RC)** — метод отбора проб с удалением шлама по внутренней трубе.
7. **Система COPROD** — комбинированный метод, сочетающий преимущества перфораторного и пневмоударного бурения.

2. Вращательное бурение

2.1. Принцип

Вращательное бурение основано на сочетании исходной нагрузки усилия и вращения для откалывания и резки горной породы из скважины. Метод работает эффективно в мягких горных породах, где соответствующая нагрузка и механическое усилие прикладывается к горной породе для разлома и скалывания.

Вращательное бурение осуществляется вращением трёхшарочного бурового долота с коническими шарошками в горной породе, используя усилие давления подачи вниз для дробления горной породы. Для сохранения прямолинейности ствола скважины и предотвращения заклинивания долота используется стабилизатор.

Горный Техникум

2.2. Технология

1. Убедитесь в правильности установки стабилизатора или переходника бурового долота, шарошечного бурового долота и буровой штанги.
2. Двигатель должен работать на полной скорости 1800 об/мин.
3. Включите воздушную дроссельную заслонку.
4. Поставьте регулятор вращения бура в положение бурения (по часовой стрелке).
5. Включите пылесборник или насос впрыска воды.
6. Поставьте регулятор подачи в положение ВНИЗ, пока буровое долото не коснётся земли.
7. Первые несколько футов или метров бурения называются «вскрыша». При бурении через эту смесь нужно работать медленно.
8. Отрегулируйте скорость вращения и подачи в зависимости от пробуриваемой «вскрыши».
9. Поставьте регулятор подачи в положение ВНИЗ для начала бурения.
10. Отрегулируйте давление подачи вниз переключателем регулирования давления на бур.
11. Проверьте куски породы, выходящие из скважины, для оценки характера пробуриваемой породы.
12. Пробурите вниз, пока грани на пальцевом конце буровой штанги не опустятся ниже стола.
13. Остановите вращение. Выключите пылесборник, насос впрыска воды, подачу воздуха на бур.
14. Выполните операции по добавлению буровой штанги и возобновите бурение.

3. Бурение погружным пневмоударником (DTH)

3.1. Принцип

Бурение погружным пневмоударником — надёжный способ бурить как крепкую, так и мягкую породу. Поршень пневмоударника в этом методе ударяет непосредственно по буровой коронке, в то время как корпус пневмоударника обеспечивает прямолинейную и стабильную подачу буровой коронки. Это обеспечивает минимальное отклонение и увеличивает устойчивость стенки скважины даже в трещиноватой или создающей иные трудности породе.

Поскольку затрубное пространство между бурильными трубами и стенкой скважины является сравнительно небольшим, поддерживается высокая скорость продувки, что ещё более улучшает качество скважины.

Горный Техникум

Высокое качество скважины позволяет увеличить сетку, что экономит время и деньги. Прямолинейные скважины упрощают заряжание и позволяют уменьшить количество взрывчатого вещества.

Надёжное бурение погружным пневмоударником — наиболее лёгкий способ бурения глубоких прямолинейных скважин.

С экологической точки зрения уровни шума и вибраций при бурении погружным пневмоударником считаются сравнительно низкими. Этот факт является явным преимуществом при бурении в густонаселённой местности.

3.2. Профиль

Параметр	Значение
Диаметр скважины	от 85 до 200 мм
Механическая скорость проходки	•••
Прямолинейность скважины	•••••
Глубина скважины	••••
Производительность (в тоннах)	••
Низкий расход горючего (на пробуренный метр скважины)	•••
Высокая стойкость бурового инструмента	••••
Низкие капиталовложения в буровой инструмент	••••
Пригодность в сложных условиях бурения	•••
Пригодность в благоприятных условиях бурения	•••
Простота метода для оператора	••••
Возможность регулирования интенсивности продувки	••••

Ключевые преимущества:

- прямолинейные скважины;
- глубокие скважины;
- очень простой для оператора метод.

Горный Техникум

3.3. Принцип работы

Пневмоударник располагается на дне скважины и находится в прямом контакте с буровой коронкой. Это сводит потери мощности к минимуму. Близость пневмоударника к буровой коронке обеспечивает прямолинейность и минимальное отклонение скважины.

3.4. Технология бурения

Ударное бурение с забойным ударным станком состоит из нескольких этапов. Для получения максимальной производительности установки необходимо следовать установленному порядку. Для выполнения забойного ударного бурения оператор должен выполнить следующие операции:

- установить забойный ударный бурильный молоток на нижний забурник;
- установить буровую коронку, армированную твердосплавными штырями, на бурильный ударный молоток;
- включить компрессор;
- следовать порядку и технологии бурения;
- начать бурение скважины ударным забойным бурильным молотком;
- добавить буровую штангу к бурильной колонне;
- контролировать порядок забойного ударного бурения;
- отсоединить буровую штангу;
- отсоединить ударный бурильный молоток от бурильной колонны;
- отсоединить буровую коронку от забойного ударного бурильного молотка;
- следовать всем общим инструкциям.

4. Бурение перфоратором (Top Hammer)

4.1. Принцип

Классическое бурение перфоратором отличается высокой механической скоростью бурения в хороших условиях. Компания Atlas Copco непрерывно совершенствует этот метод.

Продолжительный поиск самого эффективного способа передачи энергии удара буровой коронке с минимальными возможными механическими напряжениями привёл к созданию перфораторов нового поколения. Разработка была сфокусирована на ключевом компоненте перфоратора — поршне. Правильный выбор длины, массы и геометрической формы поршня позволяет увеличить скорость бурения. Поэтому при каждом ударе поршня будет разрушаться большее количество скальной породы. Более того, двойная система демпфирования снижает нагрузку на компоненты, что увеличивает срок службы и одновременно сокращает износ буровой стали. Иными словами, преимущества быстрого бурения с избытком компенсируют более высокую стоимость буровой стали.

Полезным вспомогательным устройством при бурении сложных скальных пород является экстрактор.

4.2. Профиль

Параметр	Значение
Диаметр скважины	от 76 до 127 мм
Механическая скорость проходки	••••
Прямолинейность скважины	•••
Глубина скважины	••
Производительность (в тоннах)	••••
Низкий расход горючего (на пробуренный метр скважины)	•••••
Экономически обоснованный срок службы колонны бурильных труб	••
Низкие капиталовложения в колонны бурильных труб	•••••
Пригодность в сложных условиях бурения	•••
Пригодность в благоприятных условиях бурения	•••••
Простота метода для оператора	•••
Возможность регулирования производительности продувки	•••

Ключевые преимущества:

- непревзойдённые характеристики при бурении в благоприятных условиях;
- низкий расход горючего;
- низкие капиталовложения в колонны бурильных труб.

4.3. Принцип работы

Сам термин «бурение перфоратором» подразумевает, что перфоратор располагается в верхней части бурового станка и оказывает ударное воздействие на вершину колонны буровых штанг. Энергия удара поршня перфоратора передаётся

буровой коронке в виде ударных волн. В благоприятных скальных породах метод обеспечивает высокую скорость проходки.

5. Система COPROD

5.1. Принцип

Система COPROD сочетает преимущества высокой скорости бурения перфоратором с высокой точностью бурения и увеличенным сроком службы бурового инструмента, свойственным бурению погружным пневмоударником.

Внутрь каждой снабжённой соединительной резьбой жёсткой трубной секции помещается ударная штанга. Она оснащена стопорными хвостовиками, удерживающими штангу на месте внутри трубной секции. Секции COPROD внутри бурильных труб соединяются между собой. Поскольку бурильные трубы передают только вращательное усилие, механические напряжения в резьбовых соединениях сводятся к минимуму, и их срок службы намного увеличивается. Все негативные последствия передачи энергии удара через резьбы полностью устраняются. В результате высокая энергия удара достигается при минимальном износе. Так как трубы обеспечивают малое затрубное пространство, вероятность их заклинивания сводится к минимуму.

5.2. Профиль

Параметр	Значение
Диаметр скважины	от 85 до 180 мм
Механическая скорость проходки	••••
Прямолинейность скважины	•••
Глубина скважины	•••
Производительность (количество тонн скальной породы в смену)	••••
Низкий расход горючего (на пробуренный метр скважины)	•••
Экономически обоснованный срок службы колонны бурильных труб	••••

Горный Техникум

Параметр	Значение
Низкие капиталовложения в колонны бурильных труб	••
Пригодность в сложных условиях бурения	••••
Пригодность в благоприятных условиях бурения	•••
Простота метода для оператора	••
Возможность регулирования производительности продукции	•••

Ключевые преимущества:

- непревзойдённые характеристики при бурении в сложных условиях;
- высокая производительность;
- отличная механическая скорость бурения.

5.3. Принцип работы

Перфоратор располагается на податчике бурового станка, и энергия удара передаётся сверху. Соединённые безрезьбовых соединений ударные штанги располагаются внутри снабжённых резьбовыми соединениями бурильных труб. Ударные штанги используются исключительно для передачи энергии удара и усилия поступательной подачи, в то время как бурильные трубы передают вращательное усилие. Метод COPROD сочетает в себе преимущества высокой скорости бурения перфоратором с прямолинейностью скважин, получаемых при бурении погружным пневмоударником.

6. Бурение с обратной циркуляцией (RC)

6.1. Общее

RC, или обратная промывка, — это метод отвода буровой мелочи и сбора её проб. В отличие от обычного бурения, при котором буровая мелочь отводится продувочным воздухом вверх между буровой штангой и стенкой скважины, в этом методе буровая мелочь выводится наверх давлением продувочного воздуха по отдельной трубе, расположенной внутри буровой трубы.

Эта система охватывает всю бурильную колонну, т.е. буровую коронку, погружной перфоратор и буровые штанги, а также оборудование для дальнейшей транспортировки и разделения буровой мелочи на меньшие пробы.

Горный Техникум

6.2. Принцип работы

1. Бурение с обратной циркуляцией использует двухтрубный буровой став, который состоит из внешней и внутренней буровых труб, расположенных друг в друге.

2. Эти трубы соединяются между собой скручиванием и уплотняются с помощью кольцевых уплотнений.

3. Подаваемый воздух под высоким давлением проходит между внутренней и внешней буровыми трубами через воздушный вертлюг. Данный поток воздуха проходит в буровой инструмент как правило (погружной пневмоударник, адаптированный к бурению с обратной циркуляцией).

4. Данный воздух задействует погружной пневмоударник, отличие адаптированного ударника — в наличии внутренней трубы.

5. Выдуваемый воздух с шламом попадает во внутреннюю трубу, проходящую через ударник, трубу и вращатель.

6. При прохождении через вращательную головку воздух со шламом меняет направление в «разряжающую коробку» и транспортируется через пробоотборный шланг в циклон.

7. В циклоне воздушный поток теряет скорость, и шлам оседает в циклоне.

8. Проба проходит через разделитель, который отсеивает пробу по крупности для анализа.

6.3. Компоненты бурового става обратной циркуляции

Основные компоненты:

1. **Буровая коронка RC** — воздух из адаптированного погружного пневмоударника выдувается вокруг буровой коронки через боковые продувочные отверстия, выходящие из-под крепёжного кольца. Крепёжное кольцо кроме фиксации буровой коронки также уплотняет скважину и в некоторых случаях имеет больший диаметр, чем коронка. Буровая коронка имеет два отверстия в основании, через которые происходит забор выдуваемого воздуха со шламом.

2. **Погружной пневмоударник RC** — адаптированные погружные пневмоударники в своём базисе такие же, как и обычные погружные пневмоударники, но с укреплённой внутренней трубой, проходящей через центр погружного пневмоударника. Внутренняя труба является расходным компонентом и в большинстве пневмоударников легко заменяется через переднюю часть. Замена внутренней трубы до момента полного износа крайне важна, так как может привести к разрушению пистона — дорогостоящей части.

Горный Техникум

3. **Стабилизатор** — короткий переходник с 4 крепкими продольными шлицами. Эти шлицы меньше на несколько мм, чем диаметр коронки. Они выполняют функцию стабилизации ударника в скважине, позволяют держать прямизну скважин особенно на наклонных скважинах. Штыри также предохраняют ударник при извлечении бурового инструмента из скважины. Прикручивается между ударником и буровой трубой.

4. **Стартовая штанга** — укороченная штанга обычно длиной 3 или 4 м. Используется как первая труба после пневмоударника и позволяет поднять буровой став так, чтобы ударник оказался выше гидролюнета, что позволяет использовать гидролюнет для откручивания коронки погружного пневмоударника.

5. **Буровые штанги** — обычно длиной 6 м, 4 или 4,5" внешний диаметр и весом от 168 до 198 кг каждая вместе с внутренней трубой.

6. **Предохраняющий переходник** — обычный переходник между суб-адаптером и головкой вращателя, который позволяет сохранять резьбу на более дорогом суб-адаптере.

7. **Sub-адаптер** — используется с 4" буровым ставом и адаптирует переход от 4,5" резьбы Metzke на воздушном вертлюге к 4" резьбе на буровых трубах. Но не требуется при использовании 4,5" бурового става.

8. **Воздушный вертлюг** — прикручивается на шпиндель вращателя и позволяет передавать сжатый воздух из стационарных воздушных труб во вращающийся став, требует периодической смазки и иногда уплотнения. Внутренняя труба также является расходным компонентом и требует периодической замены.

9. **Система понижения скорости:**

- **Основание** — расположено по центру сверху вращателя и крепит всю систему к вращателю.
- **Пластина основания** — несёт грязевые уплотнения, которые уплотняют внутреннюю трубу вращателя от стационарной системы понижения скорости.
- **Центральная пластина** — удерживает грязевое уплотнение.
- **Восходящая труба** — проводит шлам от основания к Blast box.
- **Blast Box** — поворачивает направление потока шлама с воздухом на 90 градусов и получает основной удар потоком; специальное керамическое покрытие и крепкая сталь защищают стенки. Так как он принимает основной удар на себя, он уменьшает энергию шлама и увеличивает срок эксплуатации других компонентов.
- **Lobsterback** — керамическая пластина поворачивает направление шлама на 90 градусов в пробоотборный шланг.

Горный Техникум

10. **Пробоотборный шланг** — 3" шланг из специально разработанного материала. Через соединительное устройство проводит шлам в циклон.

11. **Система пробоотбора:**

- **Циклон** — замедляет воздушный поток и выделяет шлам из входящего потока.
- **Разделитель** — назначение выделить малую долю, необходимую для анализа пробы, из большого количества.

- **Базовый циклон** — имеет одноходовые дверцы для шлама и рифлёный разделитель, на который можно поставить различные сита.
- **Продвинутая система** — имеет такой же циклон, но с отсеком для накопления и коническим разделителем для более точного пробоотбора.

6.4. Типы разделителей

1. **Рядный разделитель (разделитель Джонса)** — смысл в установке различных сеток, которые останавливают определённый размер частиц на своём этапе, пропуская более мелкий далее. Количество рядов определяется потребностью в размере пробы.

2. **Конический разделитель** — принцип работы заключается в пропускании пробы через 120 мм отверстие в основании конуса по принципу песочных часов. В конусе есть два отвода, позволяющие получать конкретный процент пробоотбора. Два отвода позволяют выделять определённую часть от пробы и могут быть настроены на пробу между 3 и 12 процентами; один из них используется как основной пробосбор, второй — как дублирующий пробосбор. Лишний шлам выходит из основного отверстия в основании конуса и также может быть в принципе собран в большой мешок.

6.5. Применимость

RC погружной пневмоударник:

- применим на большинстве горных пород, но неэффективен на больших глинистых прослойках или на полностью глинистых, вязких породах;
- может быть также слишком агрессивен на несвязанных или хрупких породах.

RC резательная коронка:

- применима на больших глиняных прослойках или полностью глиняных породах, но крайне быстро выходит из строя на более или менее крепких породах.

6.6. Безопасность при бурении с обратной циркуляцией

Это большой перечень правил безопасности, которые могут меняться, но в основном остаются неизменными:

- требуется соблюдать все правила безопасности, связанные с работой станка;
- RC-бурение требует «пробоотборщика» — человека, собирающего пробы и иногда устанавливающего части бурового става вручную;

Горный Техникум

- в связи с работой вблизи циклона податчика станка они могут подвергаться опасностям;
- при составлении правил безопасности надо учитывать эти факторы.

7. Конструкции, достоинства и недостатки, области применения буровых долот

7.1. Лопастные долота

Конструкция:

- Лопастное долото ЗЛ состоит из корпуса, верхняя часть которого имеет ниппель с замковой резьбой для присоединения к бурильной колонне, и трёх приваренных к корпусу долота лопастей, расположенных по отношению друг к другу под углом 120 градусов.
- Для подвода бурового раствора к забою долото снабжено промывочными отверстиями, расположенными между лопастями.
- Лопасти выполнены заострёнными и слегка наклонными к оси долота в направлении его вращения.

Принцип разрушения породы: режуще-скалывающее действие — под влиянием нагрузки лопасти врезаются в породу, а под влиянием вращающего момента скалывают её.

Область применения:

- для бурения в неабразивных мягких пластичных породах (тип М);
- для бурения в неабразивных мягких породах с пропластками неабразивных пород средней твёрдости (тип МС);
- отчасти для бурения в неабразивных породах средней твёрдости.

Долота ЗИР:

- три лопасти выполнены притупленными, а не заострёнными и приварены к корпусу так, что они сходятся на оси долота, а не наклонены к ней;
- лопасти армируются также как и у ЗЛ типа МС, но с дополнительным усилением кромок лопастей, контактирующих с забоем и стенкой скважины, твердосплавными зубками (штырями);
- такая особенность вооружения позволяет долоту ЗИР разрушать породу резанием (микрорезанием) и истиранием абразивных мягких пород с пропластками абразивных пород средней твёрдости (тип МСЗ).

Долота 6ИР:

- имеют три основные лопасти, предназначенные для разрушения породы на забое, и три дополнительные укороченные лопасти, калибрующие стенку скважины;

Горный Техникум

- основные лопасти притуплены и сходятся на оси долота;
- дополнительные лопасти также притуплены и расположены между основными лопастями;
- эти долота относятся к типу С.

Недостатки лопастных долот:

- интенсивный износ лопастей в связи с непрерывным контактом режущих и калибрующих ствол скважины кромок лопастей долота с забоем и стенками скважины;
- сужение ствола скважины в процессе бурения из-за относительно быстрой потери диаметра долота;
- относительно высокий крутящий момент на вращение долота;
- неудовлетворительная центрируемость на забое, приводящая к интенсивному непроизвольному искривлению.

7.2. Шарошечные долота

Конструкция:

- Шарошечным долотом называется такой породоразрушающий инструмент, у которого основным рабочим органом является шарошка — стальная конусообразная деталь, свободно посаженная на ось и несущая на своей поверхности инденторы — зубцы, штыри.
- Долото может иметь от одной до трёх и более шарошек. Наиболее распространены трёхшарошечные долота.
- Одношарошечные долота предназначены для бурения твёрдых неабразивных пород на больших глубинах, двухшарошечные — в основном для бурения на небольших глубинах в мягких породах с пропластками пород средней твёрдости.
- Каждая шарошка снабжена множеством резцов, которые располагаются венцами.
- Всем венцам шарошек присвоены буквенные индексы по направлению от вершины к основанию: А, Б, В, Г. Венец, расположенный у основания шарошки, называют периферийным.

Применяют два способа оснащения шарошки зубцами:

- фрезерование зубцов из тела шарошки с последующей наплавкой зерненого твёрдого сплава (релита и т.п.);
- установка твердосплавных штырей (резцов) в гнёзда методом холодного прессования.

Типы шарошечных долот и области их применения (ГОСТ 20692-75):

Горный Техникум

Общая характеристика горной породы	Характеристика механических свойств	Шифр долота	Исполнение вооружения шарошки
Мягкие породы	Неабразивные рыхлые, пластичные (слабые супеси, наносы, пластичные глины, мягкие известняки и т.д.)	М	С фрезерованными зубьями
Мягкие породы	Абразивные слабосцементированные (слабые песчаники, суглинки, мергели и т.п.)	МЗ	Со вставными зубками
Мягкие породы с пропластками пород средней твёрдости	Неабразивные породы (каменная соль с пропластками ангидритов, тонко переслаивающиеся глины с пропластками слабых песчаников и т.п.)	МС	С фрезерованными зубьями
Мягкие породы с пропластками пород средней твёрдости	Абразивные слабосцементированные породы (с пропластками песчаников, сланцы мягкие с пропластками сланцев средней твёрдости и т.п.)	МСЗ	Со вставными зубками
Породы средней твёрдости	Неабразивные пластичные и хрупкопластичные породы (известняки средней твёрдости, слабые доломиты, плотные глины и т.п.)	С	С фрезерованными зубьями
Породы средней	Абразивные породы средней	СЗ	Со вставными

Горный Техникум

Общая характеристика горной породы	Характеристика механических свойств	Шифр долота	Исполнение вооружения шарошки
твёрдости	твёрдости (песчаники, алевролиты и т.п.)		зубками
Породы средней твёрдости с пропластками твёрдых	Неабразивные хрупкопластичные породы средней твёрдости с пропластками твёрдых (переслаивающиеся известняки, гипсы, доломиты, аргиллиты и т.п.)	СТ	С фрезерованными зубьями
Твёрдые	Неабразивные твёрдые породы (аргиллиты, доломиты, твёрдые известняки и т.п.)	Т	С фрезерованными зубьями
Твёрдые	Абразивные твёрдые породы (крепкие песчаники, окварцованные известняки, доломиты и т.п.)	ТЗ	Со вставными зубками
Твёрдые с пропластками крепких	Неабразивные твёрдые породы с пропластками крепких (переслаивающиеся твёрдые известняки, доломиты, ангидриты и т.п.)	ТК	С комбинированным вооружением (фрезерованные и вставные зубья)
Твёрдые с пропластками крепких	Абразивные твёрдые породы с пропластками крепких (мелкозернистые песчаники, окремнелые аргиллиты и т.п.)	ТКЗ	Со вставными зубками

Горный Техникум

Общая характеристика горной породы	Характеристика механических свойств	Шифр долота	Исполнение вооружения шарошки
Крепкие	Крепкие породы (окремнелые разности известняков, доломитов, кварциты, изверженные крепкие породы)	К	Со вставными зубками
Очень крепкие	Скальные магматические породы (граниты, гнейсы, диабазы и т.п.)	ОК	Со вставными зубками

Особенность кинематики работы шарошки:

- Каждая шарошка участвует в сложном вращательном движении: относительном движении вокруг собственной оси и переносном вращательном движении вокруг оси долота.
- Если мгновенная ось вращения шарошки проходит через линию контакта описанного конуса с поверхностью забоя, то взаимодействие зубцов с забоем происходит без их относительного смещения.
- Если мгновенная ось пересекается с линией контакта шарошки с забоем, то при вращении шарошки зубцы, удалённые от точки А, будут проскальзывать по забою, производя скол.
- Скольжение зубцов шарошечного долота оценивается коэффициентом скольжения kкк, который равен отношению суммарной площади, описываемой зубцами долота за один его оборот при их проскальзывании по забою, к площади забоя. Коэффициент скольжения kкк может изменяться от 0 до 0,15.
- Увеличение коэффициента скольжения достигается использованием многоконусных шарошек со смещением их осей относительно оси долота.

Преимущества шарошечных долот:

- зубцы шарошки поочерёдно и лишь кратковременно взаимодействуют с забоем, что при большом количестве рабочих элементов обеспечивает большую долговечность вооружения долота;
- возможность варьирования механизмом взаимодействия долот с забоем, что позволяет реализовать наиболее эффективный способ разрушения горной породы — отсюда широкая гамма типов долот для бурения пород от самых мягких до крепчайших;

Горный Техникум

- использование опор качения и скольжения позволяет значительно снизить крутящий момент, требуемый для вращения долота на забое.

7.3. Алмазные долота

Конструкция:

- Алмазное долото состоит из стального корпуса с замковой резьбой и фасонной алмазонесущей головки (матрицы).
- Матрица разделена на секторы радиальными (или спиральными) промывочными каналами, которые сообщаются с полостью в корпусе долота через промывочные отверстия.
- Алмазонесущую матрицу изготовляют методом прессования и спекания смеси специально подобранных порошкообразных твёрдых сплавов.
- Перед прессованием в пресс-форме по заданной схеме размещают кристаллики природных или синтетических алмазов.
- При однослойном размещении алмазов применяют алмазы в 0,05–0,4 карата.
- Для бурения в твёрдых породах изготовляют долота с объёмным размещением мелких (менее 0,02 карата) кристаллов алмаза в матрице (импрегнированные алмазные долота).
- После изготовления долота выдет алмазов над рабочей поверхностью матрицы составляет 0,1–0,25 их диаметра.

Область применения:

- для разрушения истиранием (микрорезанием) неабразивных пород средней твёрдости и твёрдых на больших глубинах (с глубины 3000 м).

Достоинства:

- большая проходка на долото;
- хорошая центрируемость на забое;
- формирование круглого забоя.

Недостатки:

- крайне низкая механическая скорость бурения (максимальная механическая скорость не превышает 3 м/ч);
- узкая область применения (исключаются абразивные породы);
- повышенные требования к предварительной подготовке ствола и забоя скважины и промывке скважины в процессе бурения.

7.4. Долота ИСМ

Конструкция:

Горный Техникум

- Долота ИСМ имеют вооружение из сверхтвёрдого композиционного материала «Славутич», в состав которого входят мелкокристаллические алмазы и дроблёный карбид вольфрама.
- Для оснащения долот применяют цилиндрические вставки (штыри) диаметром 8–12 мм с плоскими или полусферическими рабочими торцами.
- Штыри в корпусе долота припаивают в гнёздах.
- Существует две разновидности долот ИСМ по конструкции: лопастная и секторная.
- Лопастная разновидность аналогична по конструкции долоту 6ИР.
- Секторная разновидность долота состоит из стального корпуса, торцевая профильная поверхность которого разделена на секторы радиальными промывочными каналами.
- Штырями из «Славутича» вооружена торцевая и калибрующая поверхности долота. Вылет штырей над поверхностью секторов составляет 3–5 мм. На калибрующей поверхности штыри утоплены.

Область применения:

- для разрушения резанием и истиранием (микрорезанием) неабразивных пород мягких (М), перемежающихся по твёрдости (МС) и средней твёрдости (С).

Преимущества:

- значительная проходка на долото, достигающая (при соблюдении условий эксплуатации) нескольких сотен метров;
- относительно высокая рейсовая скорость.

Недостатки:

- узкая область применения (только в неабразивных породах М, МС и С);
- высокий момент на вращение долота, ограничивающий применение забойных двигателей.

Горный Техникум

ЛЕКЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ. ТЕМА 2

Виды и типы скважин (12 ч)

1. Классификация скважин по назначению

По назначению скважины делятся на:

- опорные;
- параметрические;
- структурные;
- поисковые;
- разведочные;
- эксплуатационные;
- специальные.

2. Опорные скважины

Назначение: бурение для изучения основных черт глубинного строения малоисследованных крупных регионов, определения общих закономерностей стратиграфического и территориального распределения отложений, благоприятных для нефтегазонакоплений.

Особенности:

- бурение производят на максимальную глубину;
- по данным этих скважин производится ориентировочный подсчёт запасов нефти и газа.

3. Параметрические скважины

Назначение: позволяют детально изучить геологический разрез, выявить наиболее перспективные зоны нефтегазонакопления и подготовить их к детальным геолого-геофизическим исследованиям и поисковому бурению.

4. Структурные скважины

Назначение: служат для тщательного изучения структур, выявленных при бурении опорных и параметрических скважин, и для подготовки к проведению поисково-разведочного бурения на эти структуры.

5. Поисковые скважины

Назначение: бурят на подготовленных предыдущим бурением и ГИС площадях или на ранее открытых месторождениях с целью открытия новых залежей нефти и газа.

Результат бурения:

- детальное изучение геологического разреза и его нефтегазоносности;
- испытание продуктивных горизонтов на приток нефти и газа с отбором проб породы и флюида.

Горный Техникум

6. Разведочные скважины

Назначение: бурят на площадях с установленной промышленной нефтегазоносностью с целью оконтуривания месторождения и сбора исходных данных для составления проекта разработки.

7. Эксплуатационные скважины

Назначение: бурят на полностью разведанном месторождении с целью добычи нефти и газа.

К эксплуатационным скважинам, кроме добывающих, относятся и те скважины, которые способствуют более эффективной разработке месторождения:

- нагнетательные;
- оценочные;
- наблюдательные.

Нагнетательные скважины служат для законтурного и внутриконтурного нагнетания в продуктивный пласт воды, газа или воздуха с целью поддержания пластового давления.

Оценочные скважины предназначены для уточнения режима работы пласта, для выявления и уточнения границ продуктивных пластов.

Наблюдательные скважины служат для контроля давления, положения водонефтяного, газоводяного и газонефтяного контактов в процессе эксплуатации месторождения.

8. Специальные скважины

Назначение: бурят для:

- взрывных работ при сейсмических методах поисков и разведки месторождений;
- сброса промысловых вод в поглощающие пласты;
- разведки и добычи воды;
- организации подземных газохранилищ и закачки в них газа;
- ликвидации открытых фонтанов.

Горный Техникум

ЛЕКЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ. ТЕМА 3

Горные породы и их разбуриваемость (24 ч)

1. Классификация горных пород

Горные породы классифицируются по происхождению на три основные группы:

- **Магматические** (изверженные) — образовались в результате застывания магмы;
- **Осадочные** — образовались в результате накопления осадков;
- **Метаморфические** — образовались в результате изменения магматических или осадочных пород под воздействием давления и температуры.

2. Магматические породы

Характеристика: образовались в результате застывания магмы (расплава) в недрах Земли или на её поверхности.

Примеры: граниты, гнейсы, диабазы, базальты.

Свойства:

- высокая твёрдость;
- высокая прочность;
- часто являются очень крепкими породами.

Разбуриваемость: очень крепкие скальные магматические породы (граниты, гнейсы, диабазы и т.п.) относятся к категории **ОК** (очень крепкие) по ГОСТ 20692-75. Для их бурения применяются шарошечные долота с твердосплавными штырями.

3. Осадочные породы

Характеристика: образовались в результате накопления осадков (механических, химических, органических) на дне водоёмов или на поверхности Земли.

Примеры: известняки, доломиты, песчаники, глины, аргиллиты, мергели, ангидриты, каменная соль.

Свойства:

- разнообразие по твёрдости и абразивности;
- могут быть мягкими, средней твёрдости, твёрдыми;
- могут быть неабразивными и абразивными.

Разбуриваемость:

- **Мягкие породы (М):** неабразивные рыхлые, пластичные (слабые супеси, наносы, пластичные глины, мягкие известняки).
- **Мягкие породы (МЗ):** абразивные слабосцементированные (слабые песчаники, суглинки, мергели).

Горный Техникум

- **Мягкие породы с пропластками пород средней твёрдости (МС):** неабразивные породы (каменная соль с пропластками ангидритов, тонко переслаивающиеся глины с пропластками слабых песчаников).
- **Мягкие породы с пропластками пород средней твёрдости (МСЗ):** абразивные слабосцементированные породы (с пропластками песчаников, сланцы мягкие с пропластками сланцев средней твёрдости).
- **Породы средней твёрдости (С):** неабразивные пластичные и хрупкопластичные породы (известняки средней твёрдости, слабые доломиты, плотные глины).
- **Породы средней твёрдости (СЗ):** абразивные породы средней твёрдости (песчаники, алевролиты).
- **Породы средней твёрдости с пропластками твёрдых (СТ):** неабразивные хрупкопластичные породы средней твёрдости с пропластками твёрдых (переслаивающиеся известняки, гипсы, доломиты, аргиллиты).
- **Твёрдые породы (Т):** неабразивные твёрдые породы (аргиллиты, доломиты, твёрдые известняки).
- **Твёрдые породы (ТЗ):** абразивные твёрдые породы (крепкие песчаники, окварцованные известняки, доломиты).
- **Твёрдые с пропластками крепких (ТК):** неабразивные твёрдые породы с пропластками крепких (переслаивающиеся твёрдые известняки, доломиты, ангидриты).
- **Твёрдые с пропластками крепких (ТКЗ):** абразивные твёрдые породы с пропластками крепких (мелкозернистые песчаники, окремнелые аргиллиты).
- **Крепкие породы (К):** крепкие породы (окремнелые разности известняков, доломитов, кварциты, изверженные крепкие породы).
- **Очень крепкие породы (ОК):** скальные магматические породы (граниты, гнейсы, диабазы).

4. Метаморфические породы

Характеристика: образовались в результате изменения магматических или осадочных пород под воздействием высокого давления и температуры в недрах Земли.

Примеры: гнейсы, кварциты, мраморы, сланцы.

Свойства:

- высокая твёрдость;
- часто являются крепкими и очень крепкими породами.

Разбуриваемость: относятся к категориям **К** (крепкие) и **ОК** (очень крепкие).

5. Механические свойства горных пород

Основные механические свойства:

Горный Техникум

- **Твёрдость** — способность породы сопротивляться внедрению в неё другого тела;
- **Прочность** — способность породы сопротивляться разрушению под действием напряжений;
- **Абразивность** — способность породы изнашивать контактирующие с ней поверхности;
- **Упругость** — способность породы восстанавливать форму после снятия нагрузки;
- **Пластичность** — способность породы необратимо деформироваться без разрушения.

Влияние на выбор долота:

- для мягких пород — лопастные долота;
- для пород средней твёрдости — шарошечные долота с фрезерованными зубьями;
- для твёрдых пород — шарошечные долота со вставными зубками;
- для крепких и очень крепких пород — шарошечные долота с твердосплавными штырями;
- для неабразивных пород средней твёрдости и твёрдых — алмазные долота;
- для неабразивных пород М, МС, С — долота ИСМ.

6. Оптимальное использование долота

Факторы, влияющие на выбор долота:

1. **Тип породы** — мягкая, средней твёрдости, твёрдая, крепкая, очень крепкая.
2. **Абразивность** — неабразивная, абразивная.
3. **Глубина бурения** — малая, средняя, большая.
4. **Диаметр скважины** — требуемый диаметр.
5. **Способ бурения** — вращательный, ударно-вращательный, пневмоударный.
6. **Тип буровой установки** — возможность применения различных долот.

Рекомендации по выбору долота:

Тип породы	Рекомендуемый тип долота
Мягкие (М)	Лопастные, шарошечные с фрезерованными зубьями
Мягкие абразивные (МЗ)	Шарошечные со вставными зубками

Тип породы	Рекомендуемый тип долота
Мягкие с пропластками средней твёрдости (МС)	Шарошечные с фрезерованными зубьями
Мягкие с пропластками средней твёрдости (МСЗ)	Шарошечные со вставными зубками
Средней твёрдости (С)	Шарошечные с фрезерованными зубьями, алмазные, ИСМ
Средней твёрдости абразивные (СЗ)	Шарошечные со вставными зубками
Средней твёрдости с пропластками твёрдых (СТ)	Шарошечные с фрезерованными зубьями
Твёрдые (Т)	Шарошечные с фрезерованными зубьями, алмазные
Твёрдые абразивные (ТЗ)	Шарошечные со вставными зубками
Твёрдые с пропластками крепких (ТК)	Шарошечные с комбинированным вооружением
Твёрдые с пропластками крепких (ТКЗ)	Шарошечные со вставными зубками
Крепкие (К)	Шарошечные со вставными зубками
Очень крепкие (ОК)	Шарошечные со вставными зубками

Горный Техникум